

## ⑫特許公報(B2)

昭56-33163

⑤ Int.Cl.<sup>3</sup>B 21 C 1/00  
C 21 D 9/02  
9/52

識別記号

103

庁内整理番号

7139-4 E  
7047-4 K  
6535-4 K

⑭⑮公告 昭和56年(1981) 8月1日

発明の数 1

(全5頁)

1

2

⑤オーステナイト系ステンレスバネ鋼材の製造方法

⑥特 願 昭52-95662

⑦出 願 昭52(1977)8月9日

公 開 昭54-28760

⑧昭54(1979)3月3日

⑨発 明 者 川端義則

尼崎市道意町7丁目2番地神鋼鋼  
線工業株式会社内

⑩発 明 者 若宮辰也

尼崎市道意町7丁目2番地神鋼鋼  
線工業株式会社内

⑪発 明 者 山岡幸男

尼崎市道意町7丁目2番地神鋼鋼  
線工業株式会社内

⑫発 明 者 大野明

横浜市磯子区新磯子町1番地日本  
発条株式会社内

⑬発 明 者 高橋淳

横浜市磯子区新磯子町1番地日本  
発条株式会社内

⑭発 明 者 弘元修司

横浜市磯子区新磯子町1番地日本  
発条株式会社内

⑮出 願 人 神鋼鋼線工業株式会社

尼崎市道意町7丁目2番地

⑯出 願 人 日本発条株式会社

横浜市磯子区新磯子町1番地

⑰代 理 人 弁理士 小谷悦司

⑱引用文献

特 公 昭46-40854(JP, B1)

鉄と鋼 Vol. 60 No. 11 第194頁

⑲特許請求の範囲

1 Ni 当量20~26%のオーステナイト系ス  
テンレス鋼線素材を60℃以上に加熱しながら72~90%の減面率で伸線加工することにより  
加工マルテンサイトの生成量を30%以下に抑え  
ることを特徴とするオーステナイト系ステンレス  
バネ鋼材の製造方法。

5 発明の詳細な説明

本発明はオーステナイト系ステンレスバネ鋼材  
の製造方法に関するものである。オーステナイト系ステンレスバネ鋼材は、耐食  
性、耐酸化性にすぐれ、かつ非磁性であるため、

10 バネ材料として有利な条件を備えている。しかし、

このステンレスバネ鋼材の最大の欠点は、硬鋼線  
と比較して疲労寿命が低いことであり、そのため高応力で使用できないし、安全率を見込んで線径  
を大きくとらなければならない等の問題があり、

15 この点でバネ鋼材としては不適当とされていた。

そこで本発明は、疲労寿命を改善し得るオース  
テナイト系ステンレスバネ鋼材の製造方法を得ん  
とするものである。

この種ステンレスバネ鋼材は、素材をダイス等

20 にて伸線加工して製造され、この伸線加工時にマル  
テンサイトが生成されることは周知の通りであ  
る。この加工マルテンサイトの生成量は伸線加工  
温度と密接に関連し、一般に加工温度を高くする  
ほど加工マルテンサイトの生成量が少なくなる。25 本発明は、この加工マルテンサイトと疲労中  
におけるマルテンサイト(使用中の繰返し引つ張  
り、曲げ、ねじり応力によつて生成されるマルテ  
ンサイト)との関係、そしてこの疲労中のマルテ  
ンサイトの生成量と疲労強度の関係に着眼し、こ30 の全く新規な観点から疲労強度を追究したもので  
ある。そして、種々実験の結果、加工マルテンサ  
イトの発生量を抑えれば疲労中におけるマルテン  
サイトの生成量が増加すること、および疲労中に  
マルテンサイトが生成されると、マルテンサイト35 は生成時に膨張を伴うので周囲の未変態部より拘  
束を受け、疲労クラックに圧縮応力を及ぼすこと、  
従つて、加工マルテンサイトの発生量を一定値以

3

4

下に抑えることにより疲労中のマルテンサイト生成量を増加させれば、疲労クラックの発生と伝播を抑えて、疲労寿命を改善できることが解明された。

そこで本発明は、一定の抗張力を維持しながら上記の疲労寿命改善効果を得るための要素として素材のNi当量と伸線加工温度、それに伸線加工度(減面率)の三要素を割り出し、これらを特定の条件下に設定することにより、所期の目的を達成することに成功したものである。

具体的には、Ni当量20～26%の範囲のオーステナイト系ステンレス鋼線を素材として用い、その素材を60℃以上で加熱しながら、72～90%の減面率で伸線加工することにより、加工マルテンサイトの生成量を30%以下に抑えるものである。これにより疲労による破断面でのマルテンサイト量の増加は35%以上になり、疲労中生成されるマルテンサイト量が通常材よりも多く、疲労強度が改善される。上記Ni当量20～26%および加工温度60℃以上という具体的数値は次のデータに基づくものである。

第1図にNi当量の異なる5種類のステンレス鋼線に対する伸線加工温度と、加工マルテンサイトの生成量、および引つ張り強さとの関係を示している。同図で明らかなように、Ni当量19.5%では伸線加工温度が実用的な限界の温度250℃を超えなければマルテンサイト生成量が30%以下とならず、また、Ni当量が28.1%の場合は引つ張り強さが極端に低くなる。これにより、

\*Ni当量20～26%の範囲が実用限度となる。

一方、伸線加工度(減面率)72%～90%における上限の90%は実用伸線限界としての数値である。また、下限を72%としたのは次の理由による。すなわち、バネ鋼材に要求される引つ張り強さは実用性とJIS規格を併せ考えてみて、一般に最低で135kg/mm<sup>2</sup>とされている。この引つ張り強さと伸線加工度の関係をみると第3図のようになり、同図から明かなように引つ張り強さ135kg/mm<sup>2</sup>に対応する伸線加工度は67%前後となる。これに、製造のばらつき等を考慮し安全率を見込んだ場合、最低145kg/mm<sup>2</sup>の引つ張り強さが必要となる。この引つ張り強さ145kg/mm<sup>2</sup>に対応する伸線加工度は、第3図でみると72%となる。そこで本発明では、実用引つ張り強さを確保する伸線加工度の下限として72%の数値を設定したものである。

なお、加工温度の上限はとくに設定する必要はないが、實際上、実用温度250℃を超えるのは困難であり、また250℃以内で十分な効果を挙げることができる。

かかる本発明に基づき、60℃以上(80～160℃)で素材を加熱しながら伸線加工して製造したステンレス鋼線イ、ロ、ハと、液体窒素で素材を冷却しながら伸線加工して製造した上記と同じNi当量のステンレス鋼線ニ、ホ、ヘ、それに常温で伸線加工して製造した鋼線トにつき、中村式回転曲げ疲労試験機で疲労限を求めたところ第1表に示す結果を得た。

第 1 表

	Ni 当量 (%)	加工マルテン サイト(%)	引つ張り強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	疲 労 限 (kg/mm <sup>2</sup> )	耐 久 比
イ	21.9	17	146	49	0.336
ロ	24.2	15	153	40	0.261
ハ	26.0	5	151	38	0.252
ニ	21.9	94	175	20	0.114
ホ	24.2	70	158	19	0.120
ヘ	26.0	50	145	19	0.131
ト	22.0	48	180	27	0.150

伸線加工度 イー72%

ロー78%

ハー83%

ニ

ホ

ヘ

トー72%

57%

同表に、本発明の実施例になる鋼線イ、\*昇を示した。  
 ロ、ハによると加工マルテンサイトの生成量が5 また、かかる疲労限と、疲労中におけるマルテ  
 ～17%であり、常温加工による鋼線トの48% ンサイトの増加率との関係を求めるべく、本発明  
 と比較して遙かに少ないものであつた。また、疲 の実施例になる試料イ、ロと、常温加工による試  
 労限は、鋼線イ、ロ、ハが38～49kg/mm<sup>2</sup>とな 料ハ、ニの疲労試験を行なつた結果を第2表に示  
 り、低温加工および常温加工による鋼線ニ、ホ、 す。  
 ヘ、トに対して1.8倍～2倍の大幅な疲労限の上\*

第 2 表

試料	(A) 疲 勞 後 の 破 面			(B) 疲 勞 前	マルテンサイト 増 加 量 (A) — (B) (%)
	応 力 (kg/mm <sup>2</sup> )	回転曲げ回数 (回)	マルテンサイト 量 (%)	マルテンサイト 量 (%)	
イ	55	$1.28 \times 10^5$	59.3	12.7	46.6
ロ	49	$3.23 \times 10^5$	68.5	17.9	50.6
ハ	31	$2.62 \times 10^5$	72.0	40.8	31.2
ニ	29	$1.96 \times 10^5$	77.8	47.0	30.8

Ni 当量 イ } 2.1.9 %

ロ } 2.1.9 %

ハ } 2.2.0 %

ニ } 2.2.0 %

伸線加工温度と加工度 イ—160℃ 72%

ロ—140℃ 76%

ハ } 室 温 75%

ニ } 室 温 75%

同表から明かなように、本発明の実施例にな \*マルテンサイトの増加率が大きく、この増加率が大き  
 る試料イ、ロによると、マルテンサイトの増加量 きいほど疲労限が上昇し、疲労寿命が向上するこ  
 が50%内外で、常温(室温)加工による試料ハ、25 とが明確に実証されたのである。

ニの増加量約30%を遙かに凌いでいる。 また、上記本発明の実施例になる試料イ、ロと

以上のデータにより、伸線加工温度が高いほど Ni 当量と同じで、伸線加工度が65%の試料ホ  
 加工マルテンサイトの生成量が少なく、この加工 について同時に行なつた疲労試験の結果を第3表  
 マルテンサイトの生成量が少ないほど疲労中のマ\* に示す。なお、伸線加工温度は80℃とした。

第 3 表

試料	(A) 疲 勞 後 の 破 面			(B) 疲 勞 前	マルテンサイト 増 加 量 (A) — (B) (%)
	応 力 (kg/mm <sup>2</sup> )	回転曲げ回数 (回)	マルテンサイト 量 (%)	マルテンサイト 量 (%)	
ホ	44	$1.36 \times 10^5$	64.6	15.2	49.4

同表に示すように、この試料ホによると、マル こととなる。

テンサイトの増加量が50%近くになり、試料イ、 さて、本発明方法によつて製造したオーステナ  
 ロとかわらぬ効果があるかのように見えるが、応 イト系ステンレスバネ鋼材を使用した圧縮コイル  
 力と破断曲げ回数の関係をみると、試料イ、ロと 40 バネと、JIS規格による同種の圧縮コイルバネ  
 比較して疲労強度において遙かに劣るものとなつ (通常材)の疲労強度を比較した結果を第2図に  
 た。このように、伸線加工度が本発明で設定した 示している。同図においてイが本発明の実施例に  
 72%以下の低い範囲であると、本来的に引つ張 なるバネ鋼材を使用した試料、ロが通常材を示し  
 り強さが低いため疲労限の向上は實際上望めない ている。

7

この実施例では、0.07% C、0.34% Si、0.80% Mn、8.13% Ni、18.41% Cr で Ni 当量 2.19% の 5.5 mm  $\phi$  線材を 4.0 mm  $\phi$  に伸線し、光輝焼鈍炉で水靱後 Ni メツキを施し、ダイス入口の線温が 140°C となるように加熱しながら 1.80 mm  $\phi$  まで伸線した。そして、このようにして得られた鋼材をコイリングマシンにてコイル平均径 14.4 mm、総巻数 10.5 巻、有効巻数 8.5 巻、自由高さ 70 mm、バネ定数 360 g/mm の圧縮コイルバネ（試料イ）に加工してバネ疲労試験機にて疲労試験を行なった。この結果、第 2 図に示すように本発明に係る試料イの疲労強度が通常材ロに対し 40% 向上した。

以上のデータに基づいて、本発明方法によつて製造したオーステナイト系ステンレスバネ鋼材、およびこの鋼材によつて製造したバネの通常材に対する性能比（通常材を 1 とした場合）をまとめると、概ね第 4 表のようになる。

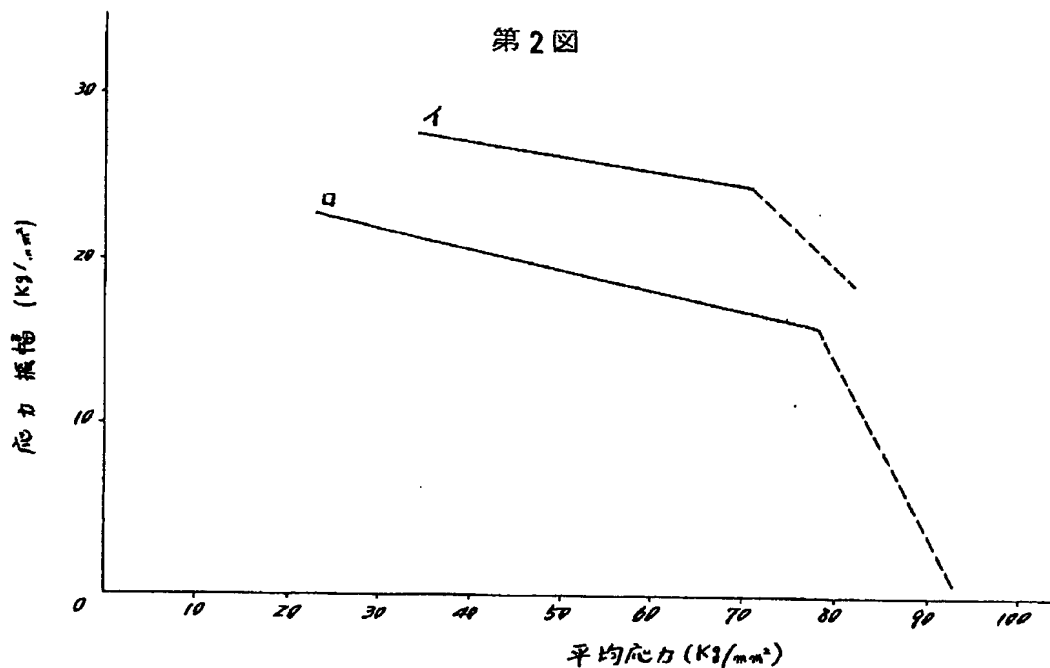
8

第 4 表

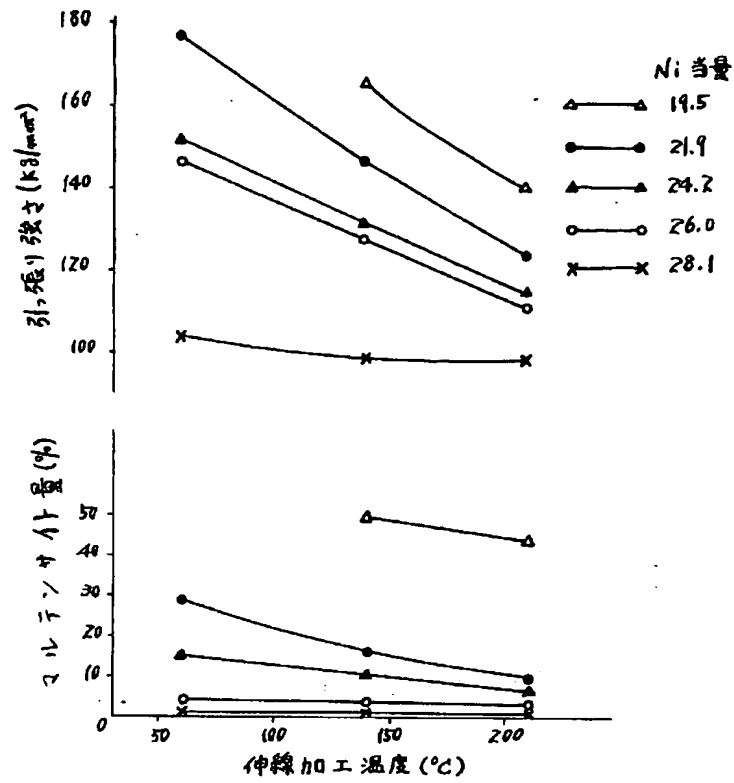
製 品	特 性	性 能 比
バネ鋼材 (鋼線)	(1) 疲労強度	1.5
	(2) 耐 食 性	1
	(3) 耐酸化性	1
	(4) 磁 性	0.5
バ ネ	(1) 疲労強度	1.4
	(2) へ たり	1
	(3) 耐 食 性	1
	(4) 耐酸化性	1
	(5) 磁 性	0.2 ~ 0.5

以上説明したように、本発明によれば疲労寿命が著しく改善された実用価値の高いオーステナイト系ステンレスバネ鋼材が得られ、これを用いて実用性に富み且つ特性のすぐれたバネが得られることとなり、工業的効果のきわめて大なるものである。図面の簡単な説明

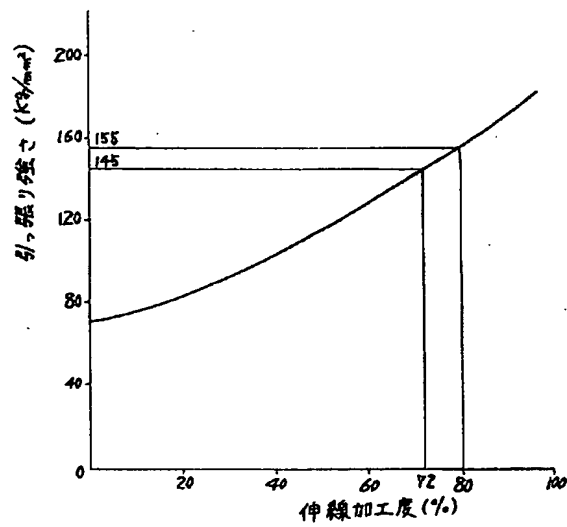
第 1 図は伸線加工温度とマルテンサイト生成量および引張り強さとの関係曲線図、第 2 図は本発明方法によつて製造したステンレスバネ鋼材によるコイルバネと通常材の疲労強度を示す図、第 3 図は伸線加工度と引張り強さの関係を示す図である。



第1図



第3図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**